

DE 199 61 968 A 1

(54) Vibration damping device

(57) In a vibration damping device a control (26) delivers an operating current to an electromagnet (20) when shaking vibrations are being produced. This results an intermediate plate (18) being attracted to the electromagnet (20), whereby an elastic deformation of a first elastic part (16), which is caused by a load transferred from an upper plate (12), is prevented. Consequently, the static spring constant of an elastic body (29) can be made greater than had the electromagnet (20) not been put into operation. Furthermore the control (26) interrupts the supply of operating current to the electromagnet (20) when no-load vibrations are being produced. This results in that the intermediate plate (18) moves away from the electromagnet (20), by which elastic deformation of a first elastic part (16) which is caused by a load transferred from an upper plate (12) is enabled. Therefore the static spring constant of the elastic body (29) can be made smaller than if the electromagnet (20) were set into operation. The result of this is that in the vibration damping device the static spring constant of an elastic body is calibrated to the optimum values according to the characteristic of the applied vibrations in order to counteract a vertical load and the static spring constant of an elastic body is calibrated to the optimum values according to the characteristic of the applied vibrations in order to counteract a shear load...



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 61 968 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
F 16 F 13/00

21 Aktenzeichen: 199 61 968.9
22 Anmeldetag: 22. 12. 1999
43 Offenlegungstag: 29. 6. 2000

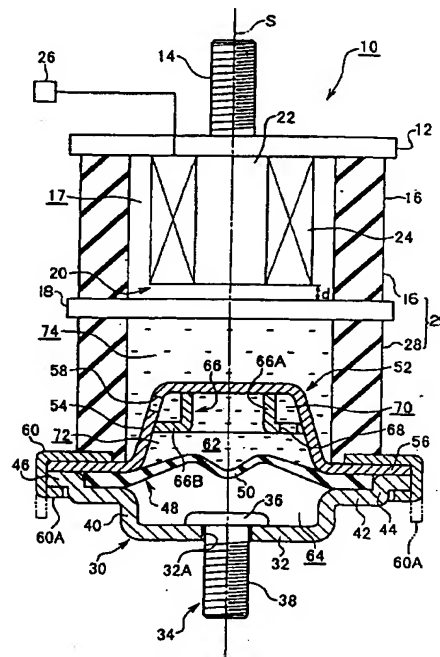
DE 199 61 968 A 1

30 Unionspriorität:
10-367610 24. 12. 1998 JP
11-119935 27. 04. 1999 JP
71 Anmelder:
Bridgestone Corp., Tokio/Tokyo, JP
74 Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart

72 Erfinder:
Kojima, Hiroshi, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Schwingungsdämpfungsvorrichtung
- 57 In einer Schwingungsdämpfungsvorrichtung liefert eine Steuerung (26) einen Betriebsstrom an einen Elektromagneten (20), wenn Schüttelschwingungen erzeugt werden. Das bewirkt, dass eine Zwischenplatte (18) an den Elektromagneten (20) angezogen wird, wodurch eine elastische Verformung eines ersten elastischen Teils (16), die durch eine von einer Oberplatte (12) übertragene Belastung verursacht wird, verhindert wird. Deswegen kann die statische Federkonstante eines elastischen Körpers (29) größer gemacht werden, als wenn der Elektromagnet (20) nicht in Betrieb gesetzt würde. Weiter unterbricht die Steuerung (26) die Zufuhr des Betriebsstroms zu dem Elektromagneten (20), wenn Leerlaufschwingungen erzeugt werden. Das bewirkt, dass die Zwischenplatte (18) sich von dem Elektromagneten (20) fortbewegt, wodurch eine elastische Verformung des ersten elastischen Teils (16), die durch die von der Oberplatte (12) übertragene Belastung verursacht wird, ermöglicht wird. Deshalb kann die statische Federkonstante des elastischen Körpers (29) kleiner gemacht werden, als wenn der Elektromagnet (20) in Betrieb gesetzt würde. Das Ergebnis davon ist, dass bei der Schwingungsdämpfungsvorrichtung die statische Federkonstante eines elastischen Körpers, um einer vertikalen Belastung entgegenzuwirken, und die statische Federkonstante eines elastischen Körpers, um einer Scherbelastung entgegenzuwirken, auf optimale Werte entsprechend den Charakteristika der aufgebrachten Schwingungen justiert ...



DE 199 61 968 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Technisches Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung zum Unterdrücken von Schwingun-
gen, die von einem Schwingungen erzeugenden Teil, wie
etwa einem Motor oder dergleichen, auf ein Schwingungen
empfangendes Teil, wie etwa eine Fahrzeugkarosserie oder
dergleichen, übertragen werden, und die bei Automobilen,
Baumaschinenanlagen, allgemeinen Industriemaschinenan-
lagen und dergleichen verwendbar ist.

Beschreibung des relevanten Standes der Technik

Eine Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung wird zwischen
dem Motor eines Fahrzeuges, welcher ein Schwingungen er-
zeugendes Teil ist, und der Fahrzeugkarosserie, welche ein
Schwingungen empfangendes Teil ist, vorgesehen. Die
Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung ist so aufgebaut, dass
sie von dem Motor erzeugte Schwingungen absorbiert und
dadurch den Schwingungsanteil unterdrückt, welcher auf
die Fahrzeugkarosserie übertragen wird. Schwingungen von
dem Motor können hier allgemein als eine Zusammenset-
zung aus Längsneigungsbewegung, die eine Schwingung im
Wesentlichen in der vertikalen Richtung ist, und einer Roll-
bewegung, die eine Schwingung im Wesentlichen in der hori-
zontalen Richtung ist, betrachtet werden. Die Amplitude
und Frequenz sowohl von der Längsneigungsbewegung als
auch von der Rollbewegung ändern sich entsprechend der
Maschinendrehzahl, der Höhe der Maschinenbelastung und
dergleichen. Darüber hinaus ändern sich die Amplitude und
Frequenz der von dem Motor übertragenen Schwingungen
entsprechend den Änderungen bei der Maschinendrehzahl,
d. h. entsprechend den Änderungen bei der Fahrzeug-Fahr-
geschwindigkeit. Insbesondere werden, wenn ein Fahrzeug
mit zwischen 70–80 km/h fährt, Schüttelschwingungen in
einem vergleichsweise niedrigen Frequenzbereich (weniger
als 15 Hz) erzeugt. Wenn andererseits das Fahrzeug im
Leerlauf ist oder mit weniger als 5 km/h fährt, dann werden
Leerlaufschwingungen in einem vergleichsweise hohen Fre-
quenzbereich (20–40 Hz) erzeugt. Wenn man demnach die
Schwingungsabsorptionsleistung einer Schwingungsdämp-
fungs-
vorrichtung betrachtet, dann ist, wenn eine Schüttel-
schwingung erzeugt wird, eine hohe Federkonstante bezo-
gen auf die eingegebenen Schwingungen in der Lage, die
Schüttelschwingungen wirksam zu absorbieren. Wenn eine
Leerlaufschwingung erzeugt wird, dann ist eine niedrige Fe-
derkonstante bezogen auf die eingegebenen Schwingungen
in der Lage, die Leerlaufschwingungen wirksam zu absor-
bieren.

Bekannte Beispiele für Schwingungsdämpfungs-
vorrichtungen, die als Motoraufhängungen verwendet werden,
umfassen solche vom hydraulischen Typ mit einem gummiela-
stischen Körper, einer Druck aufnehmenden Fluidkammer
und einer Vielzahl von Fluidunterkammern, bei welchen die
Druck aufnehmende Fluidkammer sowie Fluidunterkam-
mern miteinander durch Drosselkanäle verbunden sind, de-
ren jeder eine unterschiedliche Länge und Querschnittsflä-
che hat. Bei diesem Typ einer Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung bestehen die Ziele darin, dass Schwingungen durch
die Fluidresonanz und dergleichen des Fluides, welches sich
in dem Drosselkanal befindet, absorbiert werden, sowie
darin, die dynamische Federkonstante (dynamische Steif-
heit) bezogen auf die Schwingungen in jedem Frequenzbe-
reich zu reduzieren, indem entsprechend dem Frequenzbe-

reich der eingegebenen Schwingungen geschaltet wird, wel-
che Fluidunterkammer jeweils mit der Druck aufnehmenden
Fluidkammer verbunden ist.

Wenn allerdings bei einer Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung vom hydraulischen Typ entsprechend dem Fre-
quenzbereich der eingegebenen Schwingungen, die mit der
Druck aufnehmenden Fluidkammer verbundene Fluidunter-
kammer geschaltet wird, dann ist es möglich, die dynami-
sche Federkonstante bezogen auf die Längsneigungsbewe-
gung, die hauptsächlich als eine vertikale Belastung auf den
elastischen Körper wirkt, wirksam zu reduzieren. Allerdings
ist es nicht möglich gewesen, die dynamische Federkon-
stante bezogen auf die Rollbewegung, die hauptsächlich als
eine Scherbelastung auf den elastischen Körper wirkt, aus-
reichend zu reduzieren. Deshalb wird bei einer Schwin-
gungsdämpfungs-
vorrichtung vom hydraulischen Typ nor-
malerweise die statische Federkonstante in der Richtung der
Scherbelastung des elastischen Körpers auf einen ziemlich
hohen Grad eingestellt, so dass die Schüttelschwingungen
wirksam absorbiert werden können. Wenn herkömmliche
hydraulische Schwingungsdämpfungs-
vorrichtungen als
Motoraufhängungen verwendet worden sind, so sind sie aus
diesem Grund nicht immer in der Lage gewesen, die Rollbe-
wegungen ausreichend zu absorbieren, wenn eine Leerlauf-
schwingung erzeugt wird.

Im Hinblick auf das oben Gesagte ist es das Ziel der vor-
liegenden Erfindung, eine Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, sowohl eine statische
Federkonstante bezogen auf die vertikale Belastung eines
elastischen Körpers als auch eine statische Federkonstante
bezogen auf die Scherbelastung des elastischen Körpers ent-
sprechend den Eigenschaften der eingegebenen Schwingun-
gen auf angemessene Werte zu justieren.

Zusammenfassung der Erfindung

Der erste Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine
Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung, welche umfasst: ein
erstes Montageelement, welches mit einem der beiden Bau-
teile, nämlich einem Schwingungen erzeugenden Teil bzw.
einem Schwingungen empfangenden Teil, verbunden ist;
ein zweites Montageelement, welches mit dem anderen die-
ser Bauteile, nämlich dem Schwingungen erzeugenden Teil
bzw. dem Schwingungen empfangenden Teil, verbunden ist;
einen zu einer elastischen Verformung fähigen elastischen
Körper, welcher zwischen dem ersten Montageelement und
dem zweiten Montageelement vorgesehen ist; eine Zwi-
schenplatte zum Teilen des elastischen Körpers in ein erstes
elastisches Teil und ein zweites elastisches Teil in einer
Querschnittsrichtung bezogen auf eine vertikale Belastung
von dem ersten Montageelement oder dem zweiten Monta-
geelement her; und in Verbindung mit dem ersten elasti-
schen Teil zwischen dem ersten Montageelement und der
Zwischenplatte vorgesehene Blockiermittel, welche eine
Bewegung der Zwischenplatte relativ zu den ersten Monta-
geelementen hemmen, wenn sie in Betrieb sind, und welche
eine Bewegung der Zwischenplatte relativ zu den ersten
Montageelementen erlauben, wenn sie nicht in Betrieb sind.

Gemäß dieser Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung teilt
eine Zwischenplatte einen elastischen Körper in ein erstes
elastisches Teil sowie ein zweites elastisches Teil, und zwar
in Querschnittsrichtung bezogen auf eine vertikale Bela-
stung, die von einem ersten Montageelement oder einem
zweiten Montageelement aufgebracht wird. Die Blockier-
mittel verhindern eine Bewegung der Zwischenplatte relativ
zu dem ersten Montageelement, wenn sie in Betrieb sind,
und sie erlauben eine Bewegung der Zwischenplatte relativ
zu den ersten Montagemiteln, wenn sie nicht in Betrieb

sind. Eine elastische Verformung des ersten elastischen Teils wird also verhindert, wenn die Blockiermittel in Betrieb sind, und eine elastische Verformung des ersten elastischen Teils, die durch die Belastung verursacht wird, welche von dem ersten Montageelement oder dem zweiten Montageelement übertragen wird, ist erlaubt, wenn die Blockiermittel nicht in Betrieb sind.

Als Ergebnis dessen ist dann, wenn die Blockiermittel in Betrieb sind, nur das zweite elastische Teil in der Lage, sich elastisch zu verformen, und es arbeitet als ein Hauptabsorptionskörper. Deshalb können die statischen Federkonstanten des elastischen Körpers bezogen auf die vertikale Belastung und die Scherbelastung, die von dem ersten Montageelement oder dem zweiten Montageelement übertragen werden, jeweils größer gemacht werden, als wenn die Blockiermittel nicht in Betrieb sind. Wenn ferner die Blockiermittel nicht in Betrieb sind, dann werden sowohl das erste elastische Teil als auch das zweite elastische Teil elastisch verformbar, und sie wirken als zwei Hauptabsorptionskörper, die zueinander in Reihe angeordnet sind. Deshalb können die statischen Federkonstanten des elastischen Körpers bezogen auf die vertikale Belastung und Scherbelastung, die von dem ersten Montageelement oder dem zweiten Montageelement übertragen werden, jeweils kleiner gemacht werden, als wenn die Blockiermittel in Betrieb wären.

Der Ausdruck "vertikale Belastung", der hier verwendet wird, bezieht sich auf eine Last, welche eine Verformung durch Komprimieren eines elastischen Körpers oder eine Verformung durch Strecken des elastischen Körpers erzeugt. Der Begriff "Scherbelastung", der hier verwendet wird, bezieht sich auf eine Belastung, welche eine Scherspannung relativ zu der vertikalen Belastung in dem ersten elastischen Teil und dem zweiten elastischen Teil erzeugt.

Der zweite Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung, welcher weiter eine Druck aufnehmende Fluidkammer aufweist, die zwischen dem zweiten Montageelement und der Zwischenplatte vorgesehen ist, wobei zumindest ein Abschnitt der Innenwand der Druck aufnehmenden Fluidkammer durch das zweite elastische Teil gebildet ist, wobei das Inhaltsvolumen der Druck aufnehmenden Fluidkammer durch eine elastische Verformung des zweiten elastischen Teils geändert wird, und wobei die Schwingungsdämpfungsvorrichtung auch eine mit der Druck aufnehmenden Fluidkammer durch einen Drosselkanal verbundene Fluidunterkammer hat.

Gemäß dieser Schwingungsdämpfungsvorrichtung wird die Druck aufnehmende Fluidkammer durch die Verformung des zweiten elastischen Teils veranlasst, sich auszuweiten und zusammenzuziehen. Außerdem wandert das Fluid in der Druck aufnehmenden Fluidkammer und der Fluidunterkammer wechselweise zwischen den beiden Kammern über den Drosselkanal hin und her. Demnach kann eine Schwingungsisolierung durch die Schwingungsdämpfungswirkung verbessert werden, die sich aus Änderungen beim Druck des Fluides, dem viskosen Widerstand gegenüber der Fluidströmung, der Fluidresonanz und dergleichen ergibt, die durch die Durchgangslöcher erzeugt werden.

Der dritte Aspekt der Schwingungsdämpfungsmittel der vorliegenden Erfindung ist eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß dem ersten oder zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung, bei welchem die Blockiermittel einen Elektromagneten aufweisen, welcher an einem der beiden Teile, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte befestigt ist, und bei welchem dann, wenn dem Elektromagneten ein Betriebsstrom zugeführt wird, der

Elektromagnet das andere der beiden Teile, nämlich das erste Montageelement bzw. die Zwischenplatte, die aus einem magnetischen Material gebildet sind, anzieht.

Bei dieser Schwingungsdämpfungsvorrichtung ist ein Elektromagnet an einem der beiden Teile, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte befestigt, und es wird dem Elektromagneten ein Betriebsstrom zugeführt. Das bewirkt, dass das andere der beiden Teile, nämlich das erste Montageelement bzw. die Zwischenplatte, durch die magnetische Kraft von dem Elektromagneten an den Elektromagneten gezogen wird. Als Ergebnis dessen kann die Zwischenplatte, wenn ein Betriebsstrom zugeführt wird, gehindert werden, sich relativ zu dem ersten Montageelement zu bewegen. Weiter wird dann, wenn die Zufuhr des Betriebsstromes gestoppt wird, die Zwischenplatte aus ihrem Zustand, bei welchem sie durch den Elektromagneten blockiert wird, freigegeben, und sie ist in der Lage, sich relativ zu dem ersten Montageelement zu bewegen.

Der vierte Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß einem der ersten bis dritten Aspekte der vorliegenden Erfindung, bei welchem die Blockiermittel an einem der beiden Teile, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte, befestigt sind, und im Betriebszustand an das andere der beiden Teile, nämlich das erste Montageelement bzw. die Zwischenplatte, in Druckkontakt gebracht sind bzw. im Außer-Betriebszustand von dem anderen der beiden Teile, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte, getrennt sind, wobei sie einen Abstand bilden, der größer als die Amplitude der Leerlaufschwingungen des Fahrzeuges ist.

Gemäß dieser Schwingungsdämpfungsvorrichtung werden die Blockiermittel, welche an einem der beiden Teile, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte, befestigt sind, mit dem anderen der beiden Teile, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte, in Druckkontakt gebracht, wenn diese in Betrieb sind. Als Folge davon kann im Betriebszustand die Zwischenplatte gehindert werden, sich relativ zu dem ersten Montageelement zu bewegen, weil die Zwischenplatte an dem ersten Montageelement durch die Verbindung mit den Blockiermitteln befestigt ist.

Da die Blockiermittel einen Abstand bilden, der größer als die Amplitude der Leerlaufvibrationen ist, während sie von dem anderen der beiden Teile, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte getrennt sind, wenn die Blockiermittel nicht im Betrieb sind, wird weiter die Zwischenplatte aus ihrem Zustand, bei welchem sie durch die Blockiermittel blockiert wird, freigegeben, so dass sie in die Lage versetzt wird, sich relativ zu dem ersten Montageelement zu bewegen. Gleichzeitig behindern die Blockiermittel nicht die Zwischenplatte (berühren nicht deren Oberseite), auch wenn eine Leerlaufvibration in das erste Montageelement eingegeben wird.

Der fünfte Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung nach einem der ersten bis vierten Aspekte der vorliegenden Erfindung, bei welchem das erste elastische Teil ein gummielastischer Körper ist.

Gemäß dieser Schwingungsdämpfungsvorrichtung hat ein als elastischer Körper verwendeter Gummi eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen Chemikalien, und er ist gewichtsmäßig leichter als andere Materialien. Deshalb kann eine Verschlechterung des ersten elastischen Teils durch Korrosion und dergleichen unterbunden werden, und die Vorrichtung kann leichtgewichtiger ausgeführt werden.

Der sechste Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Schwingungs-

dämpfungsvorrichtung gemäß einem der ersten bis vierten Aspekte der vorliegenden Erfindung, bei welchem das erste elastische Teil eine Metallfeder ist.

Gemäß dieser Schwingungsdämpfungsvorrichtung hat eine als elastischer Körper verwendete Metallfeder eine ausgezeichnete Wärmebeständigkeit. Deshalb kann auch dann, wenn sie lange Zeit in einer Hochtemperaturumgebung eingesetzt wird, eine Verschlechterung des ersten elastischen Teils, die durch Wärme verursacht wird, unterbunden werden. Darüber hinaus können Leistungsabfälle infolge von Reduzierungen der Federkonstanten, Änderungen der freien Länge und dergleichen, die durch eine Wärmebeeinträchtigung des ersten elastischen Teils verursacht werden, verhindert werden.

Der siebte Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung, welche umfasst: ein erstes elastisches Teil, an dessen einem Ende ein erstes Montageelement vorgesehen ist, welches mit einem Schwingungen erzeugenden Teil verbunden ist; ein zweites elastisches Teil, an dessen einem Ende ein zweites Montageelement vorgesehen ist, das mit einem Schwingungen aufnehmenden Teil verbunden ist, und mit dessen anderem Ende das andere Ende des ersten elastischen Teils verbunden ist; und Blockiermittel, welche im Betriebszustand eines der beiden Teile, nämlich das erste elastische Teil bzw. das zweite elastische Teil außer Stande setzen, sich elastisch zu verformen.

Der achte Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß dem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung, bei welcher die Blockiermittel eine Zwischenplatte umfassen, die zwischen dem ersten elastischen Teil und dem zweiten elastischen Teil angeordnet ist, sowie Anziehungsmittel, die auf eine feste Weise innerhalb eines der beiden Teile, nämlich des ersten elastischen Teils bzw. des zweiten elastischen Teils angeordnet sind, wobei die Anziehungsmittel im Betriebszustand die Zwischenplatte oder eines der beiden Teile, nämlich das erste bzw. zweite elastische Teil anzieht, deren jedes von den Anziehungsmitteln isoliert gehalten ist.

Der neunte Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß dem achten Aspekt der vorliegenden Erfindung, bei welcher die Anziehungsmittel an der Zwischenplatte oder an einem der beiden Teile, nämlich dem ersten bzw. zweiten elastischen Teil, befestigt sind und im Betriebszustand mit einem Betriebsstrom versorgt und betrieben werden.

Der zehnte Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist die Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß dem achten oder neunten Aspekt der vorliegenden Erfindung, wobei das eine der beiden Teile, nämlich das erste elastische Teil bzw. das zweite elastische Teil, innerhalb derer die Anziehungsmittel vorgesehen sind, ein gummielastischer Körper oder eine Metallfeder ist.

Der elfte Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist die Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß einem der achten bis zehnten Aspekte der vorliegenden Erfindung, bei welchem die Distanz, die die Anziehungsmittel entweder von der Zwischenplatte oder von einem der beiden Teile, nämlich dem ersten elastischen Teil bzw. dem zweiten elastischen Teil trennt, größer als eine Amplitude der Leerlaufschwingung des Fahrzeuges ist.

Der zwölfte Aspekt der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist die Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß einem der siebten bis elften Aspekte der vorliegenden Erfindung, ferner umfassend eine

Druck aufnehmende Fluidkammer, die innerhalb des zweiten elastischen Teils ausgebildet ist, deren Inhaltsvolumen durch eine elastische Verformung des zweiten elastischen Teils geändert wird, sowie eine Fluidunterkammer, deren Inhaltsvolumen sich auch ändert, und die mit der Druck aufnehmenden Fluidkammer durch einen Drosselkanal verbunden ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht entlang einer axialen Richtung, die einen Zustand zeigt, bei welchem ein Elektromagnet in der Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung außer Betrieb ist.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht entlang einer axialen Richtung, die einen Zustand zeigt, bei welchem ein Elektromagnet in der Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung in Betrieb ist.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht entlang einer axialen Richtung, welche einen Zustand zeigt, bei welchem ein Elektromagnet in der Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung nicht in Betrieb ist.

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht entlang einer axialen Richtung, welche einen Zustand zeigt, bei welchem ein Elektromagnet in der Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung in Betrieb ist.

Beschreibung der bevorzugten Ausgestaltungen

Die Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß den Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung wird jetzt mit Bezug auf die Zeichnungen erklärt.

[Erste Ausgestaltung]

Die Fig. 1 und 2 zeigen eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung. Das Symbol S in der Figur bezeichnet das Axialzentrum der Vorrichtung. Die nachstehend vorgelegte Beschreibung nimmt die Richtung dieses Axialzentrums S als die Axialrichtung der Vorrichtung.

Eine dicke flache Oberplatte 12 ist in dem oberen Kantenbereich der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 10 vorgesehen, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Ein Bolzenschaft 14 steht von der oberen Oberfläche der Oberplatte 12 entlang dem Axialzentrum S nach oben ab. Ein nicht dargestellter Motor, welcher ein Schwingungen erzeugendes Teil eines Fahrzeuges ist, ist auf der Oberplatte 12 montiert. Dieser Motor ist über den Bolzenschaft 14 fest an der Oberplatte 12 befestigt. Die obere Endfläche eines aus Gummi bestehenden ersten elastischen Teils 16, das als dickwandiger hohler Zylinder ausgebildet ist, haftet durch Vulkanisierung an der unteren Fläche der Oberplatte 12.

Eine dicke flache Zwischenplatte 18, die aus einem magnetischen Material ausgebildet ist, das von der magnetischen Kraft von Eisen oder dergleichen angezogen werden kann, ist an der Unterseite des ersten elastischen Teils 16 vorgesehen. Die untere Endfläche des ersten elastischen Teils 16 haftet durch Vulkanisierung an der oberen Fläche der Zwischenplatte 18. Ein zylindrischer hohler Abschnitt 17 ist an der inneren peripheren Seite des ersten Gummiteils 16 ausgebildet. Die Öffnungen an dem oberen Ende bzw. dem unteren Ende des hohlen Abschnittes 17 sind jeweils durch die Oberplatte 12 bzw. die Zwischenplatte 18 ver-

geschlossen.

Ein Elektromagnet 20 ist innerhalb des hohlen Abschnittes 17 des ersten Gummiteils 16 angeordnet, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Der Elektromagnet 20 umfasst einen Kern 22, welcher aus Eisen im Wesentlichen in der Form eines massiven Zylinders ausgebildet ist, sowie eine Spule 24. Die Spule 24 ist im Wesentlichen in der Form eines hohlen Zylinders ausgebildet, und sie ist so angeordnet, dass sie die äußere periphere Fläche des Kerns 22 vollständig umgibt. Der Elektromagnet 20 ist so angeordnet, dass das Axialzentrum des Kerns 22 mit dem Axialzentrum S der Vorrichtung identisch ist. Die obere Endfläche des Elektromagneten 20 ist an der unteren Fläche der Oberplatte 12 befestigt. Wenn keine Schwingungen von außen her eingegeben werden (der in Fig. 1 gezeigte Zustand), dann sind die Abmessungen in der axialen Richtung so eingestellt, dass die Distanz von der unteren Fläche des Elektromagneten 20 zu der oberen Fläche der Zwischenplatte 18 ein vorgegebener Anfangsabstand ist.

Eine Steuerung 26 ist außerhalb des Hauptkörpers der Vorrichtung als Mittel zum Steuern des Elektromagneten 20 vorgesehen. Die Steuerung 26 ist mit der Spule 24 verbunden. Deshalb kann der Elektromagnet 20 eine magnetische Kraft auf die Zwischenplatte 18 entsprechend einem Betriebsstrom aufbringen, welcher von der Steuerung 26 an die Spule 24 geliefert wird. In diesem Fall arbeitet die Steuerung 26 unter Verwendung der Fahrzeugkraftquelle. Die Steuerung 26 detektiert die Geschwindigkeit der Motorumdrehungen auf der Basis eines Kurbelsignals von einem Sensor zum Detektieren der Kurbelphase des Motors. Als ein Ergebnis ist die Steuerung 26 in der Lage, in einem vorgegebenen Detektierzyklus zu bestimmen, ob eine Leerlaufschwingung erzeugt wird, oder ob eine Schüttelvibration erzeugt wird.

Die obere Endfläche eines aus Gummi bestehenden zweiten elastischen Teils 28, welches als ein dickwandiger hohler Zylinder ausgebildet ist, haftet durch Vulkanisation an der unteren Fläche der Zwischenplatte 18. Das zweite elastische Teil 28 und das erste elastische Teil 16 bilden zusammen einen elastischen Körper 29 als Haupt-Schwingungsabsorptionskörper. Eine Bodenplatte 30 ist unterhalb des zweiten elastischen Teils 28 vorgesehen. Die Bodenplatte 30 hat einen kreisartigen, plattenförmigen Bodenabschnitt 32 an ihrer inneren Peripherie. Ein Durchgangsloch 32A ist in dem zentralen Bereich des Bodenabschnittes 32 in der Richtung des Axialzentrums S ausgebildet. Ein Bolzen 34 ist von oben durch das Durchgangsloch 32A gesteckt. Der Kopfabschnitt 36 des Bolzens ist durch Schweißen oder dergleichen an der Bodenplatte 30 befestigt. Deshalb steht der Bolzenschaft 38 von der unteren Fläche der Bodenplatte 30 nach unten in einer Linie mit dem Axialzentrum S ab. Die Bodenplatte 30 wird sodann auf die Fahrzeugkarosserie aufgesetzt, welche das Schwingungen aufnehmende Teil ist, und sie wird durch den Bolzenschaft 38 fest an der Fahrzeugkarosserie befestigt. Ein innerer peripherer Wandabschnitt 40, welcher in einem rechten Winkel vom Umfang der Außenkante des Bodenabschnittes 32 nach oben abgebogen ist, ist in der Bodenplatte 30 ausgebildet. Ein ringförmiger innerer peripherer Flanschabschnitt 42, der so gebogen ist, dass er im Wesentlichen parallel mit dem Bodenabschnitt 32 liegt, steht von der oberen Kante des inneren peripheren Wandabschnittes 40 ab. Ein äußerer peripherer Wandabschnitt 44, der in einem rechten Winkel vom Umfang der äußeren Kante des inneren peripheren Flanschabschnittes 42 aus nach oben gebogen ist, ist außerdem in der Bodenplatte 30 ausgebildet. Ein ringförmiger äußerer peripherer Flanschabschnitt 46, der so gebogen ist, dass er im Wesentlichen parallel mit dem Bodenabschnitt 32 liegt,

steht von der oberen Kante des äußeren peripheren Wandabschnittes 44 ab.

Der periphere Kantenabschnitt einer Membran 48 ist auf den inneren peripheren Flanschabschnitt 42 der Bodenplatte 30 aufgelegt, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Die Membran 48 ist in einer sich kegelig verjüngenden Form ausgebildet, wobei der innere periphere Abschnitt höher nach oben vorsteht als der periphere Kantenabschnitt. Ein zurückgefalteter Abschnitt 50 ist in dem oberen Abschnitt der Membran 48 in Form eines hohlen, nach unten ragenden Konus ausgebildet. Die untere Fläche des zurückgefalteten Abschnittes 50 ist der oberen Fläche des Bolzenkopfabschnittes 36 zugewandt, welcher an dem Bodenabschnitt 32 der Bodenplatte 30 befestigt ist. Demnach wird auch dann, wenn eine außergewöhnliche Belastung von der Platte 12 aufgebracht wird und die Membran 48 mit dem Bolzenkopfabschnitt 35 kollidiert, der Stoß von der Kollision durch den zurückgefalteten Abschnitt 50 abgeschwächt, womit verhindert wird, dass die Membran 48 auf lange Sicht Schaden erleidet. Außerdem ist die Membran 48 in ihrem peripheren Kantenabschnitt am dicksten, und die Dicke nimmt allmählich ab, wenn man sich vom peripheren Kantenabschnitt zum Zentrum hin bewegt.

Ein Teilungswandelement 52, welches die Membran 48 sandwichartig einfasst, ist auf die Bodenplatte 30 aufgesetzt, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Ein Teilungswandabschnitt 54 ist im Wesentlichen tassenförmig ausgebildet, wobei die Oberseite geschlossen ist und die Bodenseite an der inneren peripheren Seite des Teilungswandelementes 52 offen ist. Die äußere periphere Fläche des Teilungswandabschnittes 54 ist in der Form eines zulaufenden Konus ausgebildet, dessen äußerer Durchmesser allmählich kleiner wird, wenn man sich von der Bodenseite zur Oberseite hin bewegt. Ein ringförmiger Flanschabschnitt 56 erstreckt sich um das Axialzentrum S herum von dem unteren Endabschnitt des Teilungswandabschnittes 54 aus in einer radialen Richtung. Das Teilungswandelement 52 hat einen äußeren Durchmesser, der dem der Bodenplatte 30 gleich ist. Die Breite des Flanschabschnittes 56 in radialer Richtung ist im Wesentlichen gleich der Breite der Bodenplatte 30 von der inneren peripheren Kante des inneren peripheren Flanschabschnittes 42 zur äußeren peripheren Kante des äußeren peripheren Flanschabschnittes 46 ausgebildet. Ein Durchgangsloch 58 ist in der Nähe des oberen Endes des Teilungswandabschnittes 54 ausgebildet und durchdringt diesen von der äußeren Fläche zur inneren Fläche desselben.

Wenn das Teilungswandelement 52 auf die Bodenplatte 30 aufgesetzt ist, dann ist die äußere periphere Seite des Flanschabschnittes 56 des Teilungswandelementes 52 in fugenlosem Kontakt mit dem äußeren peripheren Flanschabschnitt 46 der Bodenplatte 30. Außerdem ist der periphere Kantenabschnitt der Membran 48 zwischen dem inneren peripheren Abschnitt des Flanschabschnittes 56 des Teilungswandelementes 52 und dem inneren peripheren Flanschabschnitt 42 der Bodenplatte 30 sandwichartig gefasst. Dabei ist der Spalt zwischen dem Flanschabschnitt 56 und dem inneren peripheren Flanschabschnitt 42 in axialer Richtung dünner als die Dicke des peripheren Kantenabschnittes der Membran 48 ausgebildet.

Die Flanschabschnitte 46 bzw. 56 der Bodenplatte 30 bzw. des Teilungswandelementes 52 sind in der axialen Richtung durch einen Befestigungs-Metallfiting 60 sandwichartig eingefasst, dessen Querschnitt im Wesentlichen U-förmig ausgebildet ist, und sie werden dadurch dicht zusammengefalzt. Vor dem Falzen ist der Befestigungs-Metallfiting 60 mit einem L-förmigen Querschnitt ausgebildet, wie in der Fig. 1 durch die Doppelpunkt-Strich-Linie gezeigt ist. Dabei ist der Falzabschnitt 60A am unteren Ende des Befestigungs-Metallfiting 60 ausgebildet.

stigungs-Metallfittings 60 nicht zum Axialzentrum S hin umgebogen. Nachdem der L-förmige Abschnitt des Befestigungs-Metallfittings 60 über die Bodenplatte 30 und das Teilungswandelement 52 so aufgesetzt worden ist, dass das Teilungswandelement 52 in fugenlosem Kontakt mit der oberen Fläche des äußeren peripheren Flanschabschnittes 46 ist, wird der Falzabschnitt 60a zum Axialzentrum S hin abge-
 5 gebogen, wie in der Fig. 1 durch die durchgehende Linie gezeigt ist. Dementsprechend werden die Flanschabschnitte 46 und 56 dicht zur Anlage aneinander gebracht, indem sie durch den Befestigungs-Metallfittung 60 dicht zusammengefalzt werden. Außerdem liegt die innere periphere Fläche des Befestigungs-Metallfittings 60 an den gesamten äußeren peripheren Flächen der Flanschabschnitte 46 und 56 an. Das verhindert, dass die Bodenplatte 30 und das Teilungswandelement 52 relativ zueinander in der radialen Richtung verschoben werden.

Durch eine sichere Befestigung der Flanschabschnitte 46 und 56 in der Weise, dass sie dicht aneinander haften, ist der periphere Kantenabschnitt der Membran 48 durch die Flanschabschnitte 42 und 56 in einem zusammengedrückten Zustand sandwichartig eingefasst und auf diese Weise zwischen dem inneren peripheren Flanschabschnitt 42 und dem Flanschabschnitt 56 fixiert. Das untere Ende des Teilungswandabschnittes 54 ist also durch die Membran 48 abge-
 10 geschlossen, so dass ein von der Außenseite abgetrennter Raum innerhalb des Teilungswandabschnittes 54 gebildet wird, wobei dieser Raum ein Fluidkammeraum 62 wird. Außerdem ist das obere Ende des inneren peripheren Wandabschnittes 40, dessen unteres Ende durch den Bodenabschnitt 32 abgeschlossen wird, durch die Membran 48 abge-
 15 geschlossen. Es wird demnach eine Luftkammer 64 innerhalb des inneren peripheren Wandabschnittes 40 gebildet, welcher durch die Membran 48 von dem benachbarten Fluidkammeraum 62 abgetrennt wird. Wo es nötig erscheint, kann ein Luftloch, welches mit der Außenseite kommuniziert, in dem Bodenabschnitt 32 oder dem inneren peripheren Wandabschnitt 40 ausgebildet sein.

Ein einen Kanal bildendes Element 66 ist im Wesentlichen als ein hohler Zylinder innerhalb des Fluidkammeraumes 62 ausgebildet. Das den Kanal bildende Element 66 umfasst einen hohlen Zylinderabschnitt 66A und einen ringförmigen Flanschabschnitt 66B, welcher sich von dem unteren Kantenabschnitt des hohlen Zylinderabschnittes 66A aus in einer radialen Richtung nach außen erstreckt. Der Querschnitt des den Kanal bildenden Elementes in der axialen Richtung ist also L-förmig ausgebildet. Es ist auch in dem Flanschabschnitt 66B in Linie mit der axialen Richtung ein Durchgangsloch 68 ausgebildet. Die Oberfläche der oberen Kante des hohlen Zylinderabschnittes 66A und die Oberfläche der äußeren peripheren Kante des Flanschabschnittes 66B des den Kanal bildenden Elementes, welches innerhalb des Fluidkammeraumes 62 angeordnet ist, sind durch Schweißen oder dergleichen fugenlos an dem Teilungswandabschnitt 54 befestigt. Ein ringförmiger Drosselkanal 70 wird so innerhalb des Fluidkammeraumes 62 auf der Innenseite des den Kanal bildenden Elementes 66 gebildet. Der Raum außerhalb des Durchgangsloches 68 in dem Fluidkammeraum 62 ist eine Fluidunterkammer 72.

Die untere Endfläche des zweiten elastischen Teils 28 haftet durch Vulkanisierung an einem Bereich, der sich von der inneren peripheren Seite der oberen Fläche des Befestigungs-Metallfittings 60 bis zu der inneren peripheren Kante der oberen Fläche des äußeren peripheren Flanschabschnittes 46 erstreckt. Demnach wird das untere Ende des zweiten elastischen Teils 28 durch den Befestigungs-Metallfittung 60 und den äußeren peripheren Flanschabschnitt 46 abge-
 20 schlossen.

Eine von der Außenseite abgeschlossene, Druck aufnehmende Fluidkammer 74 ist demnach innerhalb des zweiten elastischen Teils 28 ausgebildet. Der Teilungswandabschnitt 54, innerhalb dessen der Drosselkanal 70 und die Fluidunterkammer 72 ausgebildet sind, ragt in die Druck aufnehmende Fluidkammer 74 hinein. Die Druck aufnehmende Fluidkammer 74 kommuniziert mit der Fluidunterkammer 72 über das Durchgangsloch 58, den Drosselkanal 70 und das Durchgangsloch 68.

Die Druck aufnehmende Fluidkammer 74, der Drosselkanal 70 und die Fluidunterkammer 72 der in der oben beschriebenen Weise zusammengebauten Schwingungsdämpfungs-
 25 vorrichtung sind mit einem Fluid, wie etwa Wasser, Öl, Ethylenglycol oder dergleichen gefüllt.

Als nächstes wird der Betrieb der Schwingungsdämpfungs-
 30 vorrichtung 10 der vorliegenden Ausgestaltung erläutert.

Wenn ein Fahrzeug mit beispielsweise 70–80 km/h fährt, werden Schüttelschwingungen (weniger als 15 Hz) erzeugt. Wenn der Motor des Fahrzeuges im Leerlauf läuft, oder wenn das Fahrzeug mit 5 km/h oder weniger fährt, dann werden Leerlaufschwingungen (20–40 Hz) erzeugt. Auf der Basis des Kurbelsignals trifft die Steuerung 26, während der Motor betrieben wird, Feststellungen in einem festen Zyklus, ob Leerlaufvibrationen oder Schüttelschwingungen erzeugt werden.

Wenn die Steuerung 26 feststellt, dass Leerlaufvibrationen erzeugt werden, bei denen die Schwingungen von dem Motor in einem vergleichsweise hohen Frequenzbereich liegen, dann wird die Zufuhr des Betriebsstroms zu dem Elektromagneten 20 unterbrochen. In diesem Fall ist der Spalt zwischen der unteren Fläche des Elektromagneten 20 und der oberen Oberfläche der Zwischenplatte 18 auf den Anfangsabstand d eingestellt, wenn die durch das Gewicht des Motors selbst und so weiter erzeugte Anfangslast aufgenommen wird.

Der Anfangsabstand d wird auf der Basis der Amplitude der Leerlaufschwingungen und der statischen Federkonstanten des ersten elastischen Teils 16 in axialer Richtung so eingestellt, dass die untere Fläche des Elektromagneten 20 und die obere Fläche der Zwischenplatte 18 nicht miteinander in Kontakt kommen, wenn Leerlaufschwingungen eingegeben werden. Da die Amplitude der Leerlaufschwingungen extrem klein ist, kann im Allgemeinen der Anfangsabstand d auf annähernd wenige Millimeter eingestellt werden. Wenn der Elektromagnet 20 gestoppt ist, ist demnach eine elastische Verformung infolge der von der Oberplatte 12 auf-
 45 gebrachten Belastung sowohl bei dem ersten elastischen Teil 16 als auch bei dem zweiten elastischen Teil 28 möglich.

Wenn die Steuerung 26 feststellt, dass Schüttelschwingungen erzeugt werden, bei denen die Schwingungen von dem Motor her in einem vergleichsweise niedrigen Frequenzbereich liegen, wird weiter der Spule 24 des Elektromagneten 20 ein Betriebsstrom zugeführt. Der Elektromagnet 20 erzeugt dann eine magnetische Kraft, und das erste elastische Teil 16 wird verformt, indem es in der axialen Richtung um den Betrag des Anfangsabstandes d zusammengedrückt wird, wie in Fig. 2 gezeigt ist. Gleichzeitig wird das zweite elastische Teil 28 verformt, indem es in der axialen Richtung um den Betrag des Anfangsabstandes d auseinandergezogen wird. Das Ergebnis dessen ist, dass die Zwischenplatte 18 an die untere Fläche des Elektromagneten 20 angezogen wird. Wenn der Elektromagnet 20 betrieben wird, wird demzufolge eine elastische Verformung des ersten elastischen Teils 16 infolge der von der Oberplatte 12 auf-
 50 gebrachten Belastung verhindert, und nur das zweite elastische Teil 28 ist in der Lage, verformt zu werden.

Als Ergebnis bewirkt gemäß der Schwingungsdämpf-

fungsvorrichtung 10 der Betrieb des Elektromagneten 20 dann, wenn Schüttelschwingungen aufgebracht werden, dass nur das zweite elastische Teil 28 von den den elastischen Körper 29 bildenden elastischen Teilen 16 und 28 durch die von der Oberplatte 12 übertragenen Schüttelschwingungen elastisch verformt wird und als Haupt-Schwingungsabsorptionskörper arbeitet. Deshalb können die statischen Federkonstanten des elastischen Körpers 29 sowohl für die von der Oberplatte 12 übertragene Rollbewegung als auch Längsneigungsbewegung größer gemacht werden, als wenn der Elektromagnet 20 nicht betrieben würde. Wenn der Elektromagnet 20 nicht betrieben wird, werden weiter das erste elastische Teil 16 und das zweite elastische Teil 28 beide durch die von der Oberplatte 12 übertragene Belastung elastisch verformt und arbeiten als zwei Schwingungen absorbierende Hauptkörper, die zueinander in Reihe angeordnet sind. Deshalb können die statischen Federkonstanten des elastischen Körpers 29 sowohl für die von der Oberplatte 12 übertragene Rollbewegung als auch Längsneigungsbewegung kleiner gemacht werden, als wenn der Elektromagnet 20 betrieben würde.

Es sei bemerkt, dass die von der Oberplatte 12 übertragene Längsneigungsbewegung hauptsächlich als eine vertikale Belastung auf den elastischen Körper 29 wirkt, die eine Verformung durch Zusammendrücken und eine Verformung durch Ziehen des elastischen Körpers 29 erzeugt. Es sei auch bemerkt, dass die von der Oberplatte 12 übertragene Rollbewegung hauptsächlich als eine Scherbelastung auf den elastischen Körper 29 wirkt, die eine Verformung durch Scheren des elastischen Körpers 29 erzeugt.

Wenn die Federkonstante bezogen auf die vertikale Belastung in der axialen Richtung des ersten elastischen Teils 16 auf $K_{1p} = 20 \text{ kgf/mm}$ eingestellt wird, und die Federkonstante bezogen auf die Scherbelastung, die zu der axialen Richtung des ersten elastischen Teils 16 orthogonal liegt, auf $K_{1q} = 10 \text{ kgf/mm}$ eingestellt wird, und wenn die Federkonstante bezogen auf die vertikale Belastung in der axialen Richtung des zweiten elastischen Teils 28 auf $K_{2p} = 20 \text{ kgf/mm}$ eingestellt wird, und die Federkonstante bezogen auf die Scherbelastung, die zu der axialen Richtung des zweiten elastischen Teils 28 orthogonal ist, auf $K_{2q} = 15 \text{ kgf/mm}$ eingestellt wird, dann sind während der Erzeugung von Schüttelvibrationen, die bewirken, dass der Elektromagnet 20 betrieben wird, die kombinierte Federkonstante K_p bezogen auf die vertikale Belastung des elastischen Körpers 29 und die kombinierte Federkonstante 1% bezogen auf die Scherbelastung des elastischen Körpers 29 die gleichen wie diejenigen für das zweite elastische Teil 28, d. h. $K_p = 20 \text{ kgf/mm}$ und $K_q = 15 \text{ kgf/mm}$.

Ferner haben während der Erzeugung von Leerlaufvibrationen, die bewirken, dass der Elektromagnet 20 nicht betrieben wird, die kombinierte Federkonstante 1% bezogen auf die vertikale Belastung des elastischen Körpers 29 und die kombinierte Federkonstante K_q bezogen auf die Scherbelastung des elastischen Körpers 29 die folgenden Beziehungen:

$$K_p = (K_{1p} \times K_{2p}) / (K_{1p} + K_{2p}) = 10 \text{ kgf/mm}$$

$$K_q = (K_{1q} \times K_{2q}) / (K_{1q} + K_{2q}) = 6 \text{ kgf/mm}$$

Demnach wird bei der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 10 dann, wenn die Steuerung 26 feststellt, dass Schüttelvibrationen erzeugt werden, und einen Betriebsstrom an den Elektromagneten 20 liefert, die Zwischenplatte 18 an den Elektromagneten 20 angezogen, wie in Fig. 2 gezeigt ist. Weil eine elastische Verformung des ersten elastischen Teils 16 infolge der von der Oberplatte 12 übertragenen Belastung jetzt verhindert wird, können die statischen Feder-

konstanten bezogen auf die vertikale Belastung und die Scherbelastung des elastischen Körpers 29 jeweils erhöht werden, verglichen damit, wenn der Elektromagnet 20 nicht in Betrieb ist. Sie können also auf optimale Werte für die Absorbierung von Schüttelschwingungen eingestellt werden. Als Ergebnis können von der Oberplatte 12 aufgebraachte Schüttelschwingungen durch die innere Reibung in dem elastischen Körper 29 (dem zweiten elastischen Teil 28) wirksam absorbiert werden.

Wenn Schüttelschwingungen erzeugt werden, dann ändert sich darüber hinaus das Inhaltsvolumen der Druck aufnehmenden Fluidkammer 74 in Verbindung mit der elastischen Verformung des zweiten elastischen Teils 28. Das Inhaltsvolumen der Fluidunterkammer 72 ändert sich ebenfalls in Verbindung mit der elastischen Verformung der Membran 48. Das Fluid innerhalb der Druck aufnehmenden Fluidkammer 74 und der Fluidunterkammer 72 fließt über den Drosselkanal 70 hin und her. Die Schwingungsenergie wird durch eine Dämpfungswirkung absorbiert, die auf dem in den Durchgangslöchern erzeugten Widerstand gegen die Fluidströmung beruht, und durch die Fluidresonanz und dergleichen. Das ermöglicht es, dass Schüttelschwingungen wirksam absorbiert werden.

Wenn im Gegensatz dazu bei der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 10 die Steuerung 26 feststellt, dass Leerlaufschwingungen erzeugt werden, und die Zufuhr des Betriebsstroms zu dem Elektromagneten 20 unterbricht, dann bewegt sich die Zwischenplatte 18 von dem Elektromagneten 20 weg, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Da eine elastische Verformung des ersten elastischen Teils 16 infolge der von der Oberplatte 12 übertragenen Belastung jetzt möglich wird, können die statischen Federkonstanten bezogen auf die vertikale Belastung und die Scherbelastung des elastischen Körpers 29 jeweils verringert werden, verglichen damit, wenn der Elektromagnet 20 in Betrieb ist. Sie können also auf optimale Werte zum Absorbieren von Leerlaufschwingungen eingestellt werden. Als Ergebnis können von der Oberplatte 12 aufgebraachte Leerlaufvibrationen durch die innere Reibung des elastischen Körpers 29 (des ersten elastischen Teils 16 und des zweiten elastischen Teils 28) wirksam absorbiert werden.

Es sei bemerkt, dass bei der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung der Drosselkanal 70, welcher die Druck aufnehmende Fluidkammer 74 und die Fluidunterkammer 72 miteinander verbindet, vergleichsweise lang und mit einem vergleichsweise kleinen Querschnitt ausgeführt worden ist, um den Schüttelvibrationen entgegenzuwirken. Darüber hinaus hat man der Membran 48 eine vergleichsweise hohe Steifigkeit gegeben. Wenn jedoch die Länge und Fläche des Querschnittes des Drosselkanals 70 sowie die Steifigkeit der Membran 48 auf Größen eingestellt werden, die dazu ausgelegt sind, Leerlaufschwingungen entgegen zu wirken, dann können Leerlaufschwingungen wirkungsvoller durch den Fluidströmungswiderstand, die Fluidresonanz und dergleichen absorbiert werden.

Weiter wurde bei der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung der elastische Körper 29 so konstruiert, dass das erste elastische Teil 16 und das zweite elastische Teil 28 vollständig voneinander ausgebildet getrennt sind. Allerdings können das erste elastische Teil 16 und das zweite elastische Teil 28 teilweise miteinander verklebt sein. Weiter ist es durch Ändern der Querschnittsfläche der Klebeabschnitte möglich, den Betrag der Änderung bei der statischen Federkonstanten zwischen dem Zustand, wenn der Elektromagnet 20 in Betrieb ist und wenn er nicht in Betrieb ist, zu justieren. Ferner wird es durch Justieren der Dicke eines jeden der elastischen Teile 16 und 28 in der axialen Richtung möglich, den Betrag der Änderung bei

der statischen Federkonstante zwischen den Zuständen, wenn der Elektromagnet 20 in Betrieb ist und wenn er nicht in Betrieb ist, zu justieren.

Ferner wird in der vorliegenden Ausgestaltung die Bewegung der Zwischenplatte 18 relativ zu der Oberplatte 12 durch den Elektromagneten 20 blockiert. Die Mittel zum Blockieren der Oberplatte 12 sind jedoch nicht auf den Elektromagneten 20 beschränkt, und ein weiteres Beispiel für Blockiermittel ist eines, bei welchem ein Unterdruck von der Außenseite auf das Innere des hohlen Abschnittes 17 innerhalb des ersten elastischen Teils 16 aufgebracht wird, wodurch bewirkt wird, dass das erste elastische Teil 16 durch Zusammendrückung verformt wird. Die Zwischenplatte 18 ist so ausgebildet, dass sie dicht an einem starren Block haftet, welcher mit im Wesentlichen der gleichen Form wie der Elektromagnet 20 ausgebildet ist. Die Zwischenplatte 18 kann auch unter Verwendung eines Verbindungselementes, wie etwa eines Drahtes oder eines Hebels, die mit der Zwischenplatte 18 verbunden sind, blockiert oder freigegeben werden.

[Zweite Ausgestaltung]

Eine Schwingungsdämpfungsrichtung gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist in den Fig. 3 und 4 gezeigt. Es sei bemerkt, dass die gleichen Symbole den Bauteilen zugeordnet wurden, deren Struktur und Betriebsweise die gleichen wie bei der Schwingungsdämpfungsrichtung gemäß der ersten Ausgestaltung sind, und dass eine Erläuterung derselben fortgelassen wurde.

Die Schwingungsdämpfungsrichtung 80 unterscheidet sich von der Schwingungsdämpfungsrichtung 10 dahingehend, dass eine metallische Schraubenfeder 82 zwischen der Oberplatte 12 und der Zwischenplatte 18 anstelle des ersten elastischen Teils 16 vorgesehen ist. Abgesehen davon ist der Rest der Struktur der gleiche wie bei der Schwingungsdämpfungsrichtung 10. Die Schraubenfeder 82 ist so angeordnet, dass deren zentrale Achse mit dem Axialzentrum S zusammenfällt. Der obere Endabschnitt der Schraubenfeder 82 liegt in der axialen Richtung an der unteren Fläche der Oberplatte 12 an. Der untere Endabschnitt der Schraubenfeder 82 liegt an der oberen Fläche der Zwischenplatte 18 an.

Ein ringförmiger Einsatzfixierungsabschnitt 84 ist mit der unteren Fläche der Oberplatte 12 integral und um das Axialzentrum S herum zentriert vorgesehen. Eine Kreisnut 84A ist so ausgebildet, dass sie in einer Umfangsrichtung in der unteren Fläche des Einsatzfixierungsabschnittes 84 verläuft. Ein ringförmiger Einsatzfixierungsabschnitt 86 ist ebenfalls integral mit der oberen Fläche der Zwischenplatte 18 und um das Axialzentrum S herum zentriert vorgesehen. Eine Kreisnut 86A ist so ausgebildet, dass sie in einer Umfangsrichtung in der oberen Fläche des Einsatzfixierungsabschnittes 86 verläuft.

Der obere Endabschnitt der Schraubenfeder 82 ist in die Nut 84A des Einsatzfixierungsabschnittes 84 eingesetzt, womit die Schraubenfeder 82 an der Oberplatte 12 fixiert ist. Der untere Endabschnitt der Schraubenfeder 82 ist in die Nut 86A des Einsatzfixierungsabschnittes 86 eingesetzt, wodurch die Schraubenfeder 82 an der Zwischenplatte 18 fixiert wird.

Wenn keine Schwingungen von außerhalb in die Schraubenfeder 82 der vorliegenden Ausgestaltung eingeleitet werden (der in Fig. 3 gezeigte Zustand), dann ist ein Spalt zwischen der unteren Fläche des Elektromagneten 20 und der oberen Fläche der Zwischenplatte 18 als Anfangsabstand d vorgesehen, und zwar auf die gleiche Weise wie bei der Schwingungsdämpfungsrichtung 10.

Wenn die Steuerung 26 feststellt, dass Leerlaufschwingungen erzeugt werden, bei denen die Schwingungen von dem Motor in einem vergleichsweise hohen Frequenzbereich liegen, dann wird die Zufuhr des Betriebsstromes zu dem Elektromagneten 20 unterbrochen. In diesem Fall ist der Spalt zwischen der unteren Fläche des Elektromagneten 20 und der oberen Fläche der Zwischenplatte 18 auf den Anfangsabstand d eingestellt, wenn die durch das Gewicht des Motors selbst und so weiter erzeugte Anfangsbelastung aufgenommen wird. Wenn der Elektromagnet 20 nicht in Betrieb ist, wird demnach eine elastische Verformung sowohl der Schraubenfeder 82 als auch des zweiten elastischen Teils 28 durch die von der Oberplatte 12 übertragene Belastung möglich.

Wenn die Steuerung 26 feststellt, dass Schüttelschwingungen erzeugt werden, bei denen die Schwingungen von dem Motor in einem vergleichsweise niedrigen Frequenzbereich liegen, wird weiter der Spule 24 des Elektromagneten 20 ein Betriebsstrom zugeführt. Der Elektromagnet 20 erzeugt dann eine Magnetkraft, und die Schraubenfeder 82 wird verformt, indem sie in der axialen Richtung um den Betrag des Anfangsabstandes d zusammengedrückt wird, wie in Fig. 4 gezeigt ist. Gleichzeitig wird das zweite elastische Teil 28 verformt, indem es in der axialen Richtung um den Betrag des Anfangsabstandes d auseinandergezogen wird. Das Ergebnis davon ist, dass die Zwischenplatte 18 an die untere Fläche des Elektromagneten 20 angezogen ist. Demzufolge wird dann, wenn der Elektromagnet 20 in Betrieb ist, eine elastische Verformung der Schraubenfeder 82 infolge der von der Oberplatte 12 übertragenen Belastung verhindert, und nur das zweite elastische Teil 28 ist in der Lage, verformt zu werden.

Als Ergebnis bewirkt gemäß der Schwingungsdämpfungsrichtung 80 der Betrieb des Elektromagneten 20 dann, wenn Schüttelschwingungen aufgebracht werden, dass nur das zweite elastische Teil 28, von der Schraubenfeder 82 einerseits und dem elastischen Teil 28 andererseits, durch von der Oberplatte 12 übertragene Schüttelschwingungen elastisch verformt wird und als Haupt-Schwingungsabsorptionskörper arbeitet. Deshalb können die statischen Federkonstanten sowohl für die Rollbewegung als auch die Längsneigungsbewegung, die von der Oberplatte 12 übertragen werden, größer gemacht werden, als wenn der Elektromagnet 20 außer Betrieb wäre. Wenn der Elektromagnet 20 außer Betrieb ist, dann werden weiter die Schraubenfeder 82 und das zweite elastische Teil 28 beide durch die von der Oberplatte 12 übertragene Belastung elastisch verformt und arbeiten als zwei Schwingungen absorbierende Hauptkörper, die zueinander in Reihe angeordnet sind. Deshalb können die statischen Federkonstanten sowohl für die Rollbewegung als auch für die Längsneigungsbewegung, die von der Oberplatte 12 übertragen werden, kleiner gemacht werden, als wenn der Elektromagnet 20 in Betrieb wäre.

Die Federkonstante K_{1P} bezogen auf die vertikale Belastung und die Federkonstante K_{1Q} bezogen auf die Scherbelastung für die Schraubenfeder 82 der Schwingungsdämpfungsrichtung 80 sind beide auf die gleiche Größe eingestellt wie die Federkonstanten K_{1P} und K_{1Q} für das erste elastische Teil 18 in der ersten Ausgestaltung. Als Ergebnis dessen haben bei der Schwingungsdämpfungsrichtung 80 der vorliegenden Erfindung während der Erzeugung von Schüttelvibrationen die kombinierte Federkonstante K_P bezogen auf die vertikale Belastung und die kombinierte Federkonstante K_Q bezogen auf die Scherbelastung die gleiche Größe wie die kombinierten Federkonstanten K_P und K_Q der Schwingungsdämpfungsrichtung 10. Außerdem haben während der Erzeugung von Leerlaufschwingungen die

kombinierte Federkonstante K_p bezogen auf die vertikale Belastung und die kombinierte Federkonstante K_Q relativ zu der Scherbelastung auch die gleiche Größe wie die kombinierten Federkonstanten K_p und K_Q der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 10.

Der Betrieb der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 80 gemäß der vorliegenden Ausgestaltung wird jetzt erläutert.

Bei der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 80 gemäß der vorliegenden Ausgestaltung stellt die Steuerung 26 fest, dass Schüttelschwingungen erzeugt werden, und sie liefert einen Betriebsstrom an den Elektromagneten 20. Wie in der Fig. 4 gezeigt ist, bewirkt das, dass die Zwischenplatte 18 an den Elektromagneten 20 angezogen wird. Da eine elastische Verformung der Schraubenfeder 82, die durch die von der Oberplatte 12 übertragene Belastung verursacht wird, verhindert wird, können die statischen Federkonstanten bezogen auf die vertikale Belastung und die Scherbelastung beide größer gemacht werden, als wenn der Elektromagnet 20 nicht in Betrieb wäre, und sie können beide auf optimale Werte zum Absorbieren der Schüttelschwingungen justiert werden. Als Ergebnis können von der Oberplatte 12 aufgebrachte Schüttelschwingungen durch eine innere Reibung in dem zweiten elastischen Teil 28 wirksam absorbiert werden.

Wenn Schüttelschwingungen erzeugt werden, ändert sich weiter das Inhaltsvolumen der Druck aufnehmenden Fluidkammer 74 in Verbindung mit der elastischen Verformung des zweiten elastischen Teils 28. Das Inhaltsvolumen der Fluidunterkammer 72 ändert sich auch in Verbindung mit der elastischen Verformung der Membran 48. Das Fluid im Inneren der Druck aufnehmenden Fluidkammer 74 und der Fluidunterkammer 72 fließt wechselweise durch den Drosselkanal 70. Die Schwingungsenergie wird durch eine Dämpfungswirkung absorbiert, die auf einem in den Durchgangslöchern erzeugten Widerstand für die Fluidströmung basiert, sowie durch die Fluidresonanz und dergleichen. Das ermöglicht es, dass Schüttelschwingungen wirksam absorbiert werden.

Im Gegensatz dazu bewegt sich in der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 80 dann, wenn die Steuerung 26 feststellt, dass Leerlaufschwingungen erzeugt werden und die Zufuhr eines Betriebsstroms zu dem Elektromagneten 20 unterbricht, die Zwischenplatte 18 von dem Elektromagneten 20 weg, wie in Fig. 3 gezeigt ist. Da eine elastische Verformung der Schraubenfeder 82, die durch die von der Oberplatte 12 übertragene Belastung verursacht wird, demnach möglich wird, können die statischen Federkonstanten bezogen auf die vertikale Belastung und die Scherbelastung jeweils verringert werden, verglichen damit, wenn der Elektromagnet 20 in Betrieb ist. Sie sind also in der Lage, auf optimale Werte zum Absorbieren von Leerlaufschwingungen justiert zu werden. Als Ergebnis können von der Oberplatte 12 aufgebrachte Leerlaufschwingungen durch die Schwingungsdämpfungswirkung der Schraubenfeder 82 und die innere Reibung in dem zweiten elastischen Teil 28 wirksam absorbiert werden.

Darüber hinaus wurde in der Schwingungsdämpfungsvorrichtung 80 der vorliegenden Ausgestaltung eine metallische Schraubenfeder 82 als elastisches Element, welches zwischen der Oberplatte 12 und der Zwischenplatte 18 angeordnet ist, verwendet, was der Feder eine ausgezeichnete Wärmebeständigkeit gab. Deshalb können Verschlechterungen infolge der durch langen Gebrauch in Hochtemperaturbedingungen erzeugten Wärme unterdrückt werden. Als Ergebnis können Leistungsverluste, wie etwa eine Absenkung der Federkonstanten oder Änderungen bei der freien Länge, die durch eine Wärmebeeinträchtigung der Schraubenfeder 82 verursacht werden, über eine lange Dauer verhindert werden. Obwohl eine metallische Feder die Tendenz hat,

leichter infolge der Umweltbedingungen zu korrodieren als ein gummielastisches Element, können jedoch Leistungsverluste infolge Rost und dergleichen auf lange Sicht durch die Durchführung einer Antirostbehandlung an der Schraubenfeder, wie etwa Galvanisieren der Oberfläche oder Aufbringen einer Kationenbeschichtung auf diese, verhindert werden.

Gemäß der Schwingungsdämpfungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung können die statische Federkonstante eines elastischen Körpers, um einer vertikalen Belastung entgegenzuwirken, sowie die statische Federkonstante eines elastischen Körpers, um einer Scherbelastung entgegenzuwirken, beide auf optimale Werte entsprechend den Charakteristika der aufgebrachten Schwingungen justiert werden.

Patentansprüche

1. Schwingungsdämpfungsvorrichtung, umfassend:
einem ersten Montageelement, welches mit einem Teil, nämlich einem Schwingungen erzeugenden Teil bzw. einem Schwingungen empfangenden Teil verbunden ist;
einem zweiten Montageelement, welches mit dem anderen Teil, nämlich dem Schwingungen erzeugenden Teil bzw. dem Schwingungen empfangenden Teil verbunden ist;
einem zu einer elastischen Verformung fähigen elastischen Körper (29), welcher zwischen dem ersten Montageelement und dem zweiten Montageelement vorgesehen ist;
einer Zwischenplatte (18) zum Teilen des elastischen Körpers in ein erstes elastisches Teil (16) und ein zweites elastisches Teil (28), und zwar in Querschnittsrichtung bezüglich einer vertikalen Belastung von dem ersten Montageelement oder dem zweiten Montageelement; und
Blockiermittel, die in Verbindung mit dem ersten elastischen Teil (16) zwischen dem ersten Montageelement und der Zwischenplatte (18) angeordnet sind, und welche eine Bewegung der Zwischenplatte (18) relativ zu dem ersten Montageelement blockieren, wenn sie in Betrieb sind, sowie eine Bewegung der Zwischenplatte (18) relativ zu den ersten Montagemitteln erlauben, wenn sie außer Betrieb sind.
2. Schwingungsdämpfungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druck aufnehmende Fluidkammer (74) zwischen dem zweiten Montageelement und der Zwischenplatte (18) vorgesehen ist, wobei zumindest ein Abschnitt der Innenwand der Druck aufnehmenden Fluidkammer (74) durch das zweite elastische Teil (28) gebildet ist, wobei das Inhaltsvolumen der Druck aufnehmenden Fluidkammer (74) durch eine elastische Verformung des zweiten elastischen Teils (28) verändert wird, und wobei die Schwingungsdämpfungsvorrichtung (10, 80) auch eine Fluidunterkammer (72) hat, die mit der Druck aufnehmenden Fluidkammer (74) durch einen Drosselkanal (70) verbunden ist.
3. Schwingungsdämpfungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Blockiermittel einen Elektromagneten (20) aufweisen, welcher an einem Bauteil, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte (18), befestigt ist, und dass dann, wenn dem Elektromagneten (20) ein Betriebsstrom zugeführt wird, der Elektromagnet das andere Bauteil, nämlich das erste Montageelement bzw. die Zwischenplatte (18) anzieht, die aus einer magnetischen Substanz gebildet sind.

4. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Blockiermittel an einem Bauteil, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte (18), befestigt sind und mit dem anderen Bauteil, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte (18), in Druckkontakt gebracht werden, wenn sie in Betrieb sind, sowie von dem anderen Bauteil, nämlich dem ersten Montageelement bzw. der Zwischenplatte (18), getrennt werden, wenn sie nicht in Betrieb sind, um einen Abstand zu bilden, der größer als die Amplitude der Leerlaufvibrationen des Fahrzeuges ist.

5. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das erste elastische Teil (16) ein gummielastischer Körper (29) ist.

6. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das erste elastische Teil (16) eine Metallfeder ist.

7. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung, mit:
einem ersten elastischen Teil (16), an dessen einem Ende ein erstes Montageelement vorgesehen ist, welches mit einem Schwingungen erzeugenden Teil verbunden ist;

einem zweiten elastischen Teil (28), an dessen einem Ende ein zweites Montageelement vorgesehen ist, welches mit einem Schwingungen empfangenden Teil verbunden ist, und mit dessen anderem Ende das andere Ende des ersten elastischen Teils (16) verbunden ist; und

Blockiermittel, die dann, wenn sie in Betrieb sind, entweder das erste elastische Teil (16) oder das zweite elastische Teil (28) zu einer elastischen Verformung unfähig machen.

8. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Blockiermittel eine Zwischenplatte (18) aufweisen, die zwischen dem ersten elastischen Teil (16) und dem zweiten elastischen Teil (28) angeordnet ist, sowie Anziehungsmittel, welche auf eine feste Weise innerhalb entweder des ersten elastischen Teils (16) oder des zweiten elastischen Teils (28) angeordnet sind, wobei die Anziehungsmittel dann, wenn sie in Betrieb gesetzt werden, die Zwischenplatte (18) oder eines der beiden Bauteile, nämlich das erste bzw. das zweite elastische Teil (16, 28) anziehen, deren jedes von den Anziehungsmitteln getrennt angeordnet ist.

9. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anziehungsmittel an der Zwischenplatte (18) oder entweder dem ersten oder dem zweiten elastischen Teil (16, 28) befestigt sind und, wenn sie in Betrieb gesetzt werden, mit einem Betriebsstrom versorgt und betrieben werden.

10. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das eine Bauteil, nämlich das erste elastische Teil (16) bzw. das zweite elastische Teil (28), innerhalb dessen die Anziehungsmittel vorgesehen sind, ein gummielastischer Körper (29) oder eine metallische Feder ist.

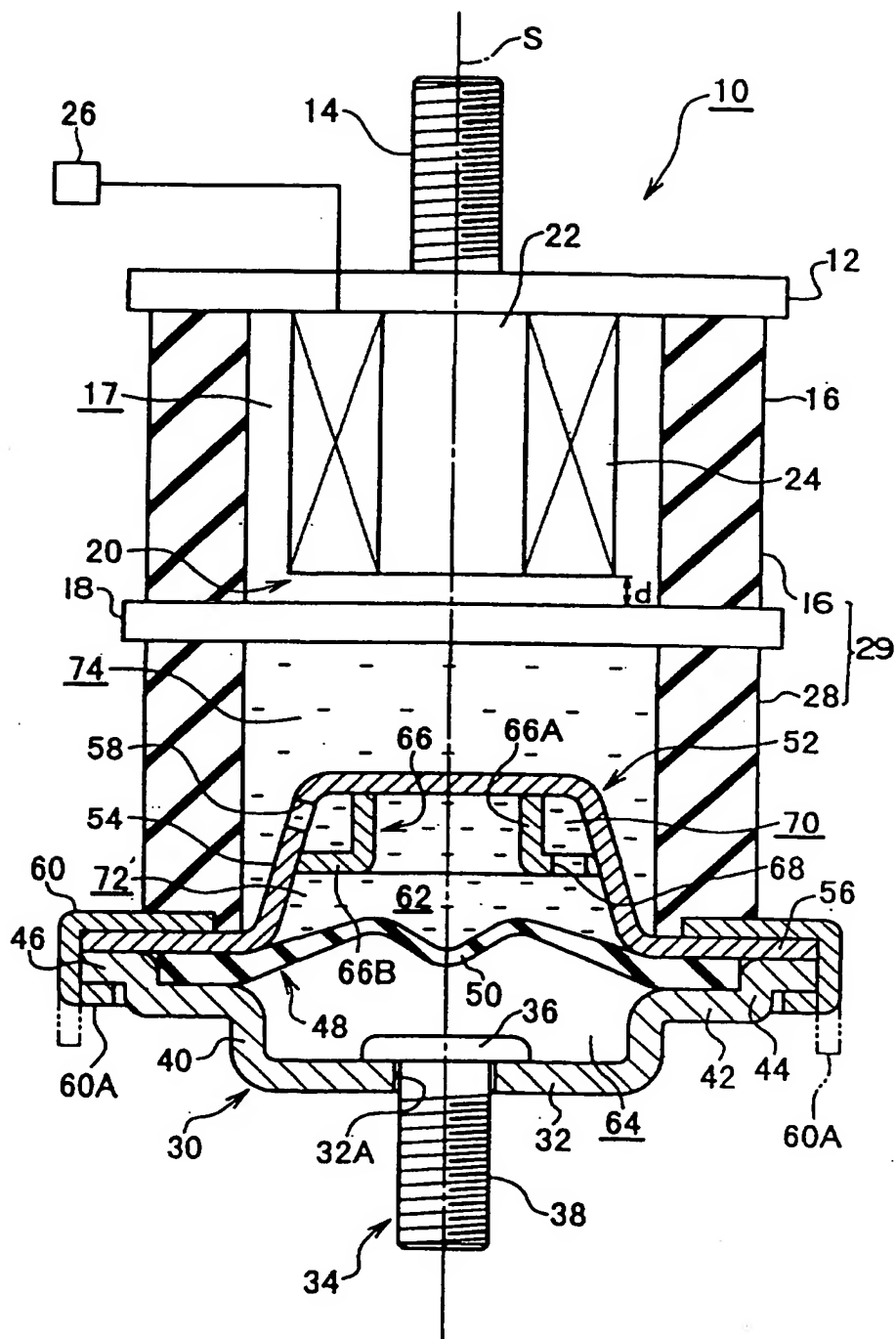
11. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die die Anziehungsmittel von entweder der Zwischenplatte (18) oder einem der Teile, nämlich dem ersten elastischen Teil (16) bzw. dem zweiten elastischen Teil (28), trennende Distanz größer als eine Amplitude der Leerlaufschwingungen des Fahrzeuges ist.

12. Schwingungsdämpfungs Vorrichtung nach einem

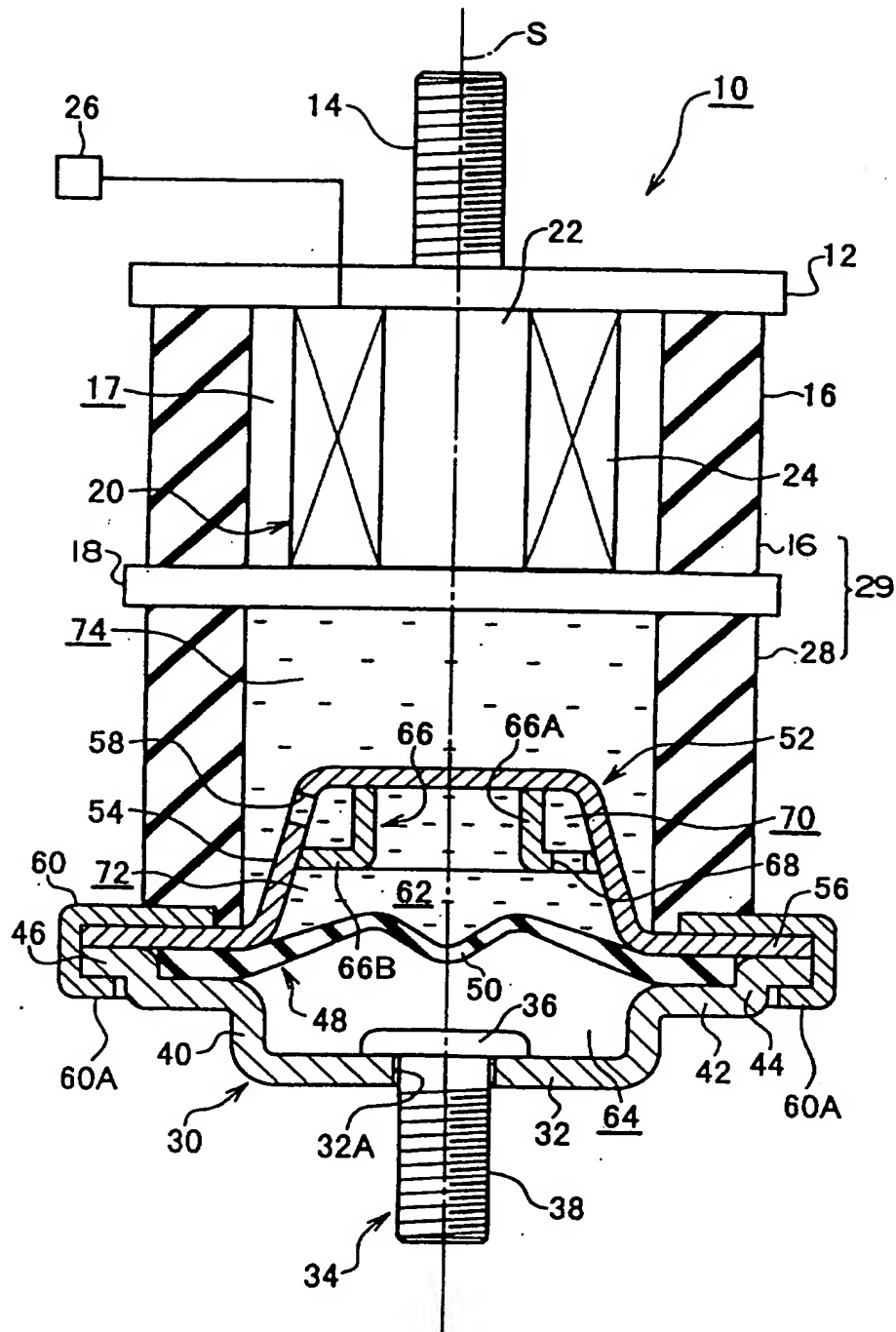
der Ansprüche 7 bis 11, gekennzeichnet durch eine Druck aufnehmende Fluidkammer (74), die innerhalb des zweiten elastischen Teils (28) ausgebildet ist, deren Inhaltsvolumen durch eine elastische Verformung des zweiten elastischen Teils (28) verändert wird, und eine Fluidunterkammer (72), deren Inhaltsvolumen sich ebenfalls ändert und die mit der Druck aufnehmenden Fluidkammer (74) durch einen Drosselkanal (70) verbunden ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1



F I G. 2



F I G. 3

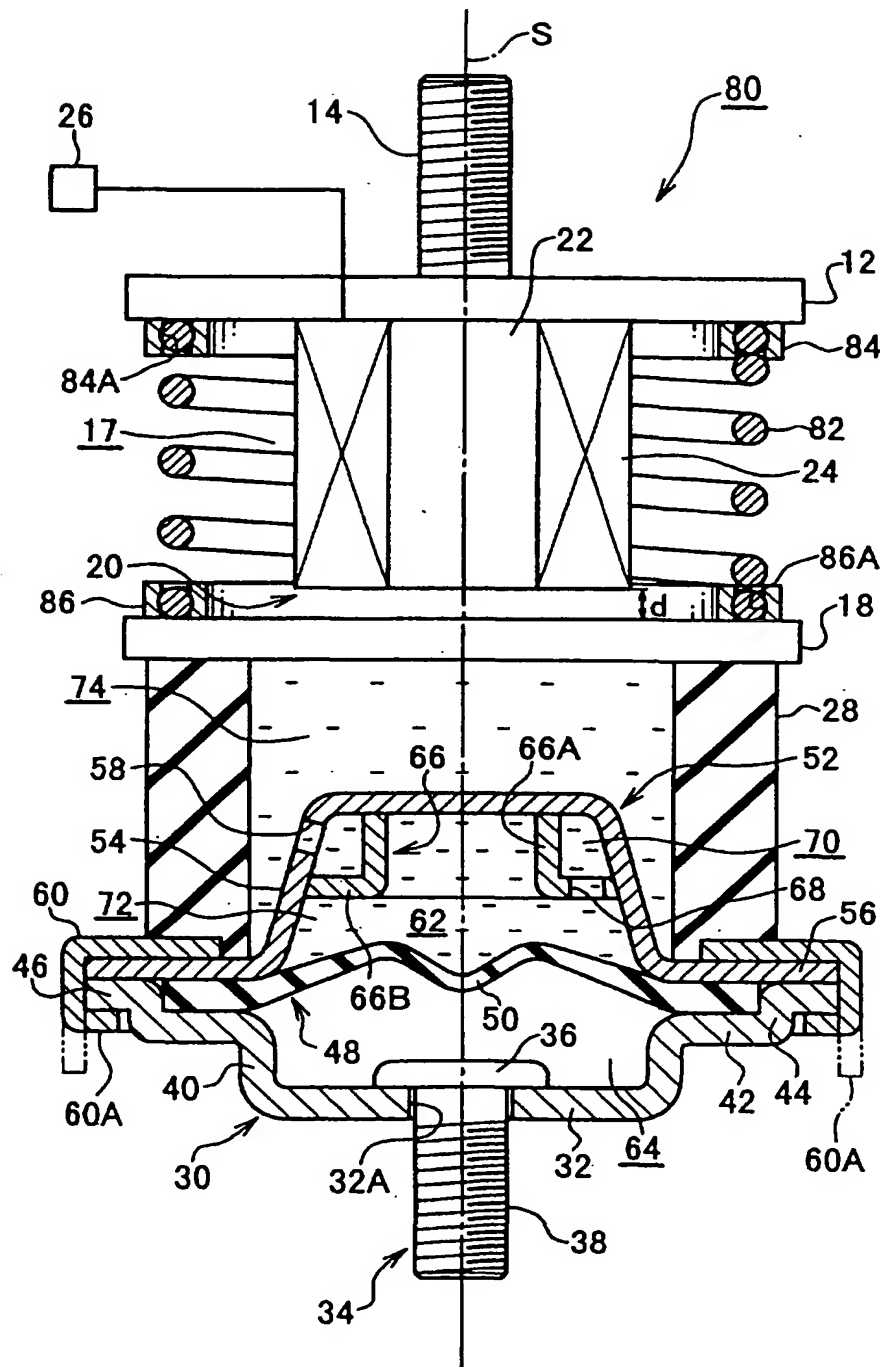


FIG. 4

